



Identifikation af gråvandsanlæg - Journal nr. M226-0183. (Aktionsplanen til fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensing. Tema 4: Håndtering af regnvand og gråt spildevand)

Smith, Morten; Henze, Mogens; Ledin, Anna

Publication date:
2001

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Smith, M., Henze, M., & Ledin, A. (2001). *Identifikation af gråvandsanlæg - Journal nr. M226-0183. (Aktionsplanen til fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensing. Tema 4: Håndtering af regnvand og gråt spildevand)*. Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Aktionsplanen til fremme af økologisk byfornyelse
og spildevandsrensning

Tema 4: Håndtering af regnvand og gråt spildevand



Identifikation af gråvandsanlæg

- Journal nr. M 226-0183

Maj, 2001

Morten Smith, Mogens Henze og Anna Ledin
Miljø og Ressourcer DTU, Danmarks Tekniske Universitet

Indhold

1	INDLEDNING	4
2	METODE TIL IDENTIFIKATION	5
2.1	INDLEDENDE SCREENING.....	6
2.1.1	Registreringsmetode	6
2.2	PRIORITERING AF LOKALITETER	7
2.3	UDVÆLGELSE OG VIDERE DOKUMENTATION	7
3	IDENTIFICEREDE INSTALLATIONER.....	8
3.1	GRÅVANDSINSTALLATIONER POTENTIELLE FOR UNDERSØGELSE	8
3.2	BESKRIVELSE AF UDVALGTE GRÅVANDSINSTALLATIONER	9
3.2.1	Virklund, Afd. 42.....	9
3.2.2	Virklund, Afd. 47.....	11
3.2.3	LEV-huset i Taastrup.....	12
3.2.4	Hedehusene.....	13
3.2.5	Fællesvaskeriet i Folehaven/Det afløbsfrie køkken	15
3.2.6	Riddersalen, Frederiksberg	17
3.2.7	Økologisk campingplads.....	18
3.2.8	Andelssamfundet i Hjortshøj.....	18
4	SAMMENFATNING.....	21
5	REFERENCER.....	23

Bilag A: Fortegnelse over gråvandsinstallationer i Danmark

Bilag B: Fotobilag

Bilag C: Teknisk dokumentation på udvalgte installationer

1 Indledning

Formål

Formålet med dette projekt har været at identificere en række gråvandsinstallationer i Danmark, der findes velegnet til at give en karakteristik af gråt spildevand. Endvidere lægges der vægt på at der på lokaliteten sker en rensning og genanvendelse af det grå spildevand. Hermed skal implementering af et måleprogram kunne evaluere vandkvaliteten i udløbet i relation til genanvendelsesformålet, eks. toiletskyl.

Projektet er et led i gennemførelsen af et overordnet måleprogram på gråt spildevand, udarbejdet i forbindelse med Tema 4 af Miljøstyrelsens Aktionsplanen til fremme af økologisk byfornyelse og spildevandsrensning. Tema 4 omhandler håndtering af gråt spildevand og regnvand.

Måleprogram

Måleprogrammet udføres i to trin. Første trin er en bred screening, mens andet trin udarbejdes specifikt for de respektive typer gråvand og behandlingsanlæg. Resultaterne fra det samlede program til karakterisering (trin 1 + trin 2) vil umiddelbart kunne indgå som en del i en vurdering af miljø – og sundhedsrisici ved genbrug eller nedsivning af gråt spildevand.

Måleprogrammet vil blive gennemført i de to trin der er omtalt ovenfor: Først en generel karakterisering (trin 1) af det grå spildevand fra samtlige gråvandsanlæg, inden vandet behandles i de respektive behandlingsanlæg. Dette trin vil inkludere en række højt prioriterede kemiske parametre og en række mikrobiologiske ”standardparametre”. I trin 2 skal prøveudtagning ske i såvel indløbet som udløbet fra behandlingsdelen af anlægget. Antallet af måleparametre der vil blive inkluderet vil være reduceret i forhold til trin 1. Valget af parametre vil være afhængigt af resultaterne af trin 1, samt af hvorledes det grå spildevand behandles og ønskes genanvendt. Blandt de udvalgte analyseparametre er inkluderet de traditionelle spildevandsparametre der måler organiske iltforbrugende forbindelser (BOD og COD) og næringsstoffer (N, P og K), miljøfremmede stoffer (tungmetaller og organiske forureningskomponenter), samt en række mikrobiologiske parametre.

Baggrund

Dette projekt er således et væsentligt grundlag for at få en bedre dokumentation af gråvandets indhold af forskellige stoffer og mikroorganismer, hvilket kan muliggøre et optimalt valg af fremtidige indsatser indenfor områder.

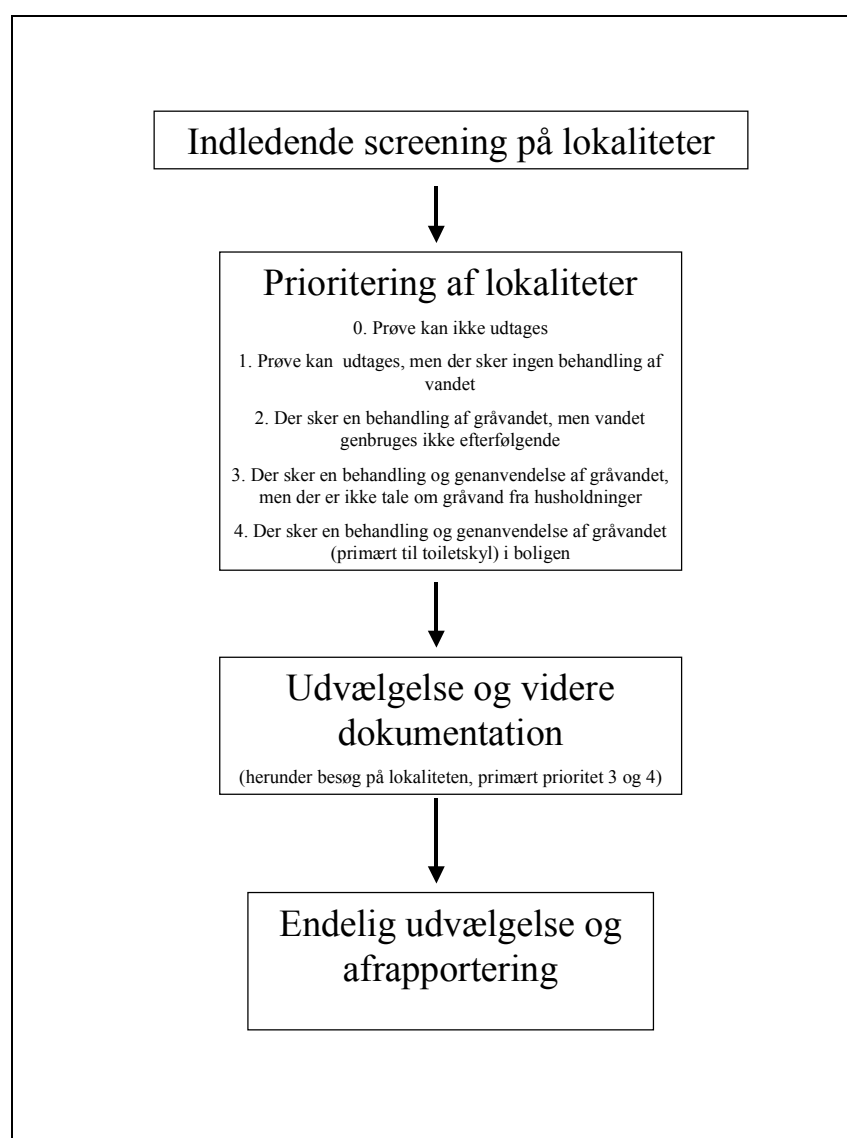
I valget af lokaliteter (ialt 6), vil gråvand produceret i boliger (dvs. fra bad, håndvaske, tøjvask og køkken) få 1. prioritet. Men hvis det viser sig ikke at være muligt at identificere 6 anlæg af denne type, kan andre typer af gråvand blive aktuelle.

2 Metode til identifikation

Identifikationsmetode

Identifikationen af gråvandsinstallationer i Danmark er foretaget som skitseret på figur 1.

Den egentlige identifikation af gråvandsinstallationer er startet med en indledende screening af samtlige lokaliteter i Danmark, hvor lokal håndtering af gråt spildevand har været forsøgt praktiseret. Ved den



Figur 1: Metoden til identifikation af gråvandsinstallationer

indledende screening (2.1) blev der indhentet et begrænset antal informationer for at kunne vurdere om den pågældende lokalitet kunne anvendes som lokalitet for en gråvandskarakteristik. Screeningen var fokuseret på lokaliteter, hvor der skete en håndtering af det grå spildevand fra boliger som omtalt i indledningen. Hermed blev forhold omkring prøvetagningsmuligheder, eventuelt anlægsdesign og genanvendelsesformål klarlagt.

Herefter blev der foretaget en prioritering af de identificerede lokaliteter, mhp. at udpege et antal installationer, på hvilke man kunne gennemføre en mere grundig registrering (herunder besøg).

Herpå fulgte den endelig registrering og dokumentation på et antal udvalgte anlæg.

2.1 Indledende screening

Screeningen er foretaget ved litteratur- og databasesøgning. Hertil kommer forskellige kontakter til private virksomheder.

Screening på lokaliteter

Følgende opslagsværker og databaser er blevet benyttet:

Agenda 21 – databasen (www.mem.dk/lpa/landsplan/agenda21)
By- og boligministeriets databaser (www.bm.dk)
Miljøstyrelsens hjemmeside (www.mst.dk)
Landsforeningen for Økosamfund (www.ecovillages.org/denmark)
Landsforeningen for Økologisk Byggeri (www.lob.dk)
Dansk Center for Byøkologi (www.dcue.dk)
Diverse rapporter og artikler (jfr. referencer)

Der blev ved screeningen, indhentet oplysninger i et omfang, tilstrækkeligt til at kunne foretage en overordnet prioritering af lokaliteten.

2.1.1 Registreringsmetode

Registreringsmetode

De forskellige gråvandsinstallationer er blevet registreret med udgangspunkt i figur 2, der viser en oversigt over registreringsparametre.

Lokalitetens adresse (gade, postnummer, by)	Kontaktperson (navn, telefonnummer, e-mail)
Gråvandstype (håndvask, bad, køkken etc.)	Prøvetagningssteder (muligheder for prøveudtagning)
Anlægsdesign (biofilter, sandfilter, rodzoneanlæg etc.)	Opstartsår (for behandlingsdelen)
Kapacitet (m ³ /dag og Pe)	Referencer (kendt litteratur omkring lokaliteten)
Genanvendelsesformål (toiletskyl, vanding etc.)	

Figur 2: Oversigt over registreringsparametre

Omfanget af informationer, indhentet omkring hver lokalitet, er varierende. Således er hovedparten af identifikationsaktiviteten lagt på de lokaliteter, som ved den indledende screening blev fundet mest relevante i forhold til projektets formål. Denne udvælgelse er således baseret på den prioritering der fremsættes i afsnit 2.2. De udvalgte lokaliteter bliver beskrevet i detaljer i kapitel 3.

2.2 Prioritering af lokaliteter

Prioritering

Der er foretaget en prioritering (jfr. Bilag A) af de identificerede installationer. Denne prioritering er foretaget med udgangspunkt i projektets formål, jfr. indledningen. Prioriteringen er som følger:

0) det er ikke muligt at udtage en gråvandsprøve, udover direkte ved brugsstedet (håndvask, bad, tøjvask eller køkkenvask) i boligen.

1) det er muligt at udtage en gråvandsprøve (fra faldstammen), men der sker ingen behandling af vandet.

2) der sker en behandling af gråvandet, men det rensede vand genanvendes ikke efterfølgende.

3) der sker en behandling og genanvendelse af gråvandet, men der er ikke tale om gråt spildevand fra boliger.

4) der sker en behandling og genanvendelse (primært til toiletskyl) af gråvandet i boligen.

Der er i ovennævnte prioritering lagt vægt på identifikation af lokaliteter hvor der sker både rensning og genanvendelse af gråvand fra boliger.

2.3 Udvalgelse og videre dokumentation

Ved at foretage en prioritering af de identificerede lokaliteter, har det været muligt at udvælge et antal lokaliteter for hvilke man kunne gennemføre en bredere dokumentation.

Denne udvælgelse har således koncentreret sig om installationer der i den indledende screening er blevet prioriteret 3 eller 4 (primært 4).

Udvælgelse af lokaliteter

Den videre dokumentation har bl.a. bestået i besøg på lokaliteten for at udarbejde egne notater omkring de tekniske installationer. Hermed er der blevet indhentet detaljerede informationer omkring bl.a. anlægsdesign og kendte driftsproblemer på eksisterende og nedlagte anlæg.

Ligeledes er der gjort nogle overvejelser omkring mulighederne for at udtage en prøve fra anlægget i forbindelse med implementeringen af det førertalte måleprogram. Herunder behovet for fysiske ændringer af anlægget, forud for prøvetagningen.

3 Identificerede installationer

3.1 Gråvandsinstallationer potentielle for undersøgelse

Gennem søgning i forskellig litteratur og diverse databaser (jfr. afsnit 2.1), samt ved kontakt med private virksomheder, har det været muligt at identificere et antal gråvandsinstallationer i Danmark, der kunne være relevante i forbindelse med at gennemføre det føromtalt måleprogram.

33 lokaliteter identificeret

Der er således identificeret 33 lokaliteter, hvor lokal håndtering af gråt spildevand er blevet praktiseret, primært i forbindelse med boligejendomme. Disse lokaliteter er præsenteret i bilag A i henhold til den registreringsform (kun udvalgte parametre) der blev introduceret i afsnit 2.1. Herudover er der udarbejdet en database i Microsoft Access, indeholdende alle de oplysninger om lokaliteterne, der er blevet indhentet.

De identificerede lokaliteter er blevet prioriteret som følger: prioritet 0 - ialt 10, prioritet 1 - ialt 8, prioritet 2 - ialt 4, prioritet 3 - ialt 2 og prioritet 4 - ialt 9.

De lokaliteter der blev prioriteret 0 el. 1 er normalt kendetegnet ved at der enten er forberedt en håndtering af gråt spildevand (etablering af dobbelte faldstammer) eller også har man haft installationerne, men disse er blevet nedlagt pga. komplikationer. Således har man flere steder været nødsaget til at lukke anlæg ned, som oftest pga. nedslidte komponenter og manglende tilsyn/eftersyn. Af andre komplikationer i forbindelse med disse installationer, er der en risiko for lugtgener og funktionsfejl i toilet-cisternerne (ofte utætte cisterner pga. for mange partikler i det rensede gråvand).

På flere lokaliteter (prioriteret 2), sker der en separation af gråt og sort spildevand og det grå spildevand behandles lokalt. På disse lokaliteter sker der dog ingen genanvendelse af det behandlede vand som derfor ledes til den offentlige kloak.

De højst prioriterede lokaliteter (3 el. 4), er de lokaliteter hvor der sker en lokal rensning og samtidigt genanvendelse af det behandlede vand (som oftest til toiletskylning og vaskeformål). Enkelte lokaliteter er prioriteret 3, hvilket betyder at der ikke er tale om gråt spildevand fra boliger, men snarere mindre industri (som eksempelvis et måttevaskeri i Køge, ROBI). En prioritering i kategori 4, udtrykker også at lokaliteten anses for at være særligt repræsentativ til generel karakterisering af gråvand. I disse tilfælde er der som regel tale om opsamling og håndtering af gråt spildevand fra flere boliger.

Der er hermed identificeret ialt 11 lokaliteter i kategori 3 og 4. Udaf disse vil der i det følgende blive gennemført en mere detaljeret beskrivelse af ialt 8 lokaliteter, hvor bl.a. mulighederne for og komplikationerne ved prøvetagning (såvel indløb som udløb) fra de enkelte lokaliteter, vil blive gennemgået.

3.2 Beskrivelse af udvalgte gråvandsinstallationer

Beskrivelse af 8 lokaliteter

I det følgende beskrives 8 gråvandsinstallationer i kategori 3 og 4, der er blevet udvalgt med udgangspunkt i den indledende screening. De beskrives i henhold til registreringsmetoden, omtalt i kapitel 2.

3.2.1 Virklund, Afd. 42

Virklund, Afd. 42

Der er tale om et gråvandsanlæg for rensning og genbrug af gråt spildevand til toiletskyl. Anlægget er installeret hos en boligforening ved adressen: Gunilslund 21-51 og 118-128 i Virklund ved Silkeborg (*se fotobilag B.1*). Det er firmaet Aquasafe der har leveret anlægget, så der henvises til følgende kontaktperson: Birger Gorritzen, Aquasafe, Skt. Pauls Kirkeplads 9b, 8000 Århus C), 86121666.

Anlægget blev opstartet i 1997 og har en kapacitet på ca. 800 liter/dag. Denne mængde gråvand (kun fra håndvask og bad) produceres af ca. 30 personer (20 boliger).

Anlægsdesign og beskrivelse:

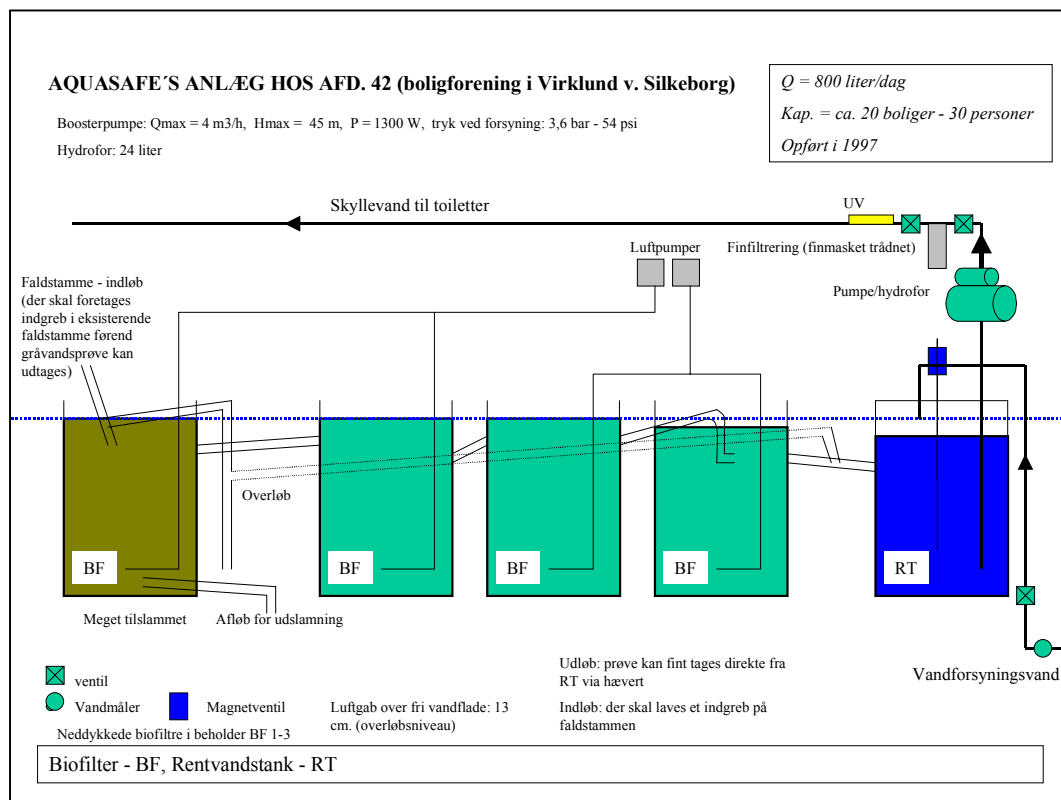
Anlægget er opbygget som illustreret på flowdiagrammet, figur 3.

Det grå spildevand fra ejendommens håndvaske og bade faciliteter tilføres 1. biofilter direkte via faldstammen. Vandet bliver herefter biologisk renses i 4 serieforbundne kar (volumen af hvert kar, ca. 800 liter). Der er neddykkede biofiltre i de 3 første kar.

De 4 serieforbundne kar beluftes kontinuerligt vha. 2 luftpumper (YASUNAGA, 39W, 43 l/min). Efter en opholdstid på ca. 2 dage i de beluftede bassiner, ledes det behandlede vand til en rentvandstank.

Herfra pumpes vandet til forbrug (toiletskyl) via pumpe/hydrofor og efter hygiejnisering med UV-bestråling. Inden hygiejnisering sker der en finfiltrering af det rensede vand gennem et finmasket stålnet.

Det rensede vand er lugtfrit og forholdsvis klart (enkelte partikler). Der har ikke været alvorlige driftproblemer siden opstarten i 1997, dog har man haft problemer med funktionsfejl i enkelte toiletcisterner (utætte pakninger pga. for mange partikler i det rensede gråvand).



Figur 3: Flowdiagram for Virklund, Afd. 42

Den første biofiltertank er ved øjesyn meget tilslammet eftersom den også fungerer som primær bundfældningstank. Der er etableret et afløb i bunden af denne for at kunne rengøre tanken med jævne mellemrum.

Anlægget kræver et vist niveau af tilsyn og vedligeholdelse. Således skal anordningen for finfiltrering (micronfilter) renses hver uge (ca. 10 min) og der skal udslammes i 1. biofiltertank ca. hver måned (ca. 60 min).

Der er etableret overløb til kloakken fra henholdsvis 1. biofiltertank og rentvandstanken. Via niveauregulering i rentvandstanken er det muligt at spæde med vandforsyningsvand. Denne spædning er etableret forsvarligt med et luftgab på ca. 13 cm (til tankens overløbsniveau).

Prøvetagningsmuligheder:

Trin I: Som anlægget er opbygget er det ikke muligt at udtage en repræsentativ prøve af det ubehandlede gråvand. Ved at lave en mindre ændring af indløbet til anlægget (faldstammen), kan en sådan prøvetagning dog muliggøres.

Trin II: Der kan nemt udtages en prøve efter behandling i rentvandstanken. Ønskes det at evaluere effekten af finfiltrering og UV-bestråling kan der udtages en prøve direkte fra toiletciesterne. Hvis dette ikke er ønskeligt, pga. biologisk aktivitet i cisternen, kan der forholdsvis nemt etableres en aftappingsventil på forsyningsstrengen til toiletterne.

3.2.2 Virklund, Afd. 47

Virklund, Afd. 47

Der er tale om et gråvandsanlæg for rensning og genbrug af gråt spildevand til toiletskyl. Anlægget er installeret hos en boligforening ved adressen: Gunilshøj i Virklund ved Silkeborg (se fotobilag B.2).

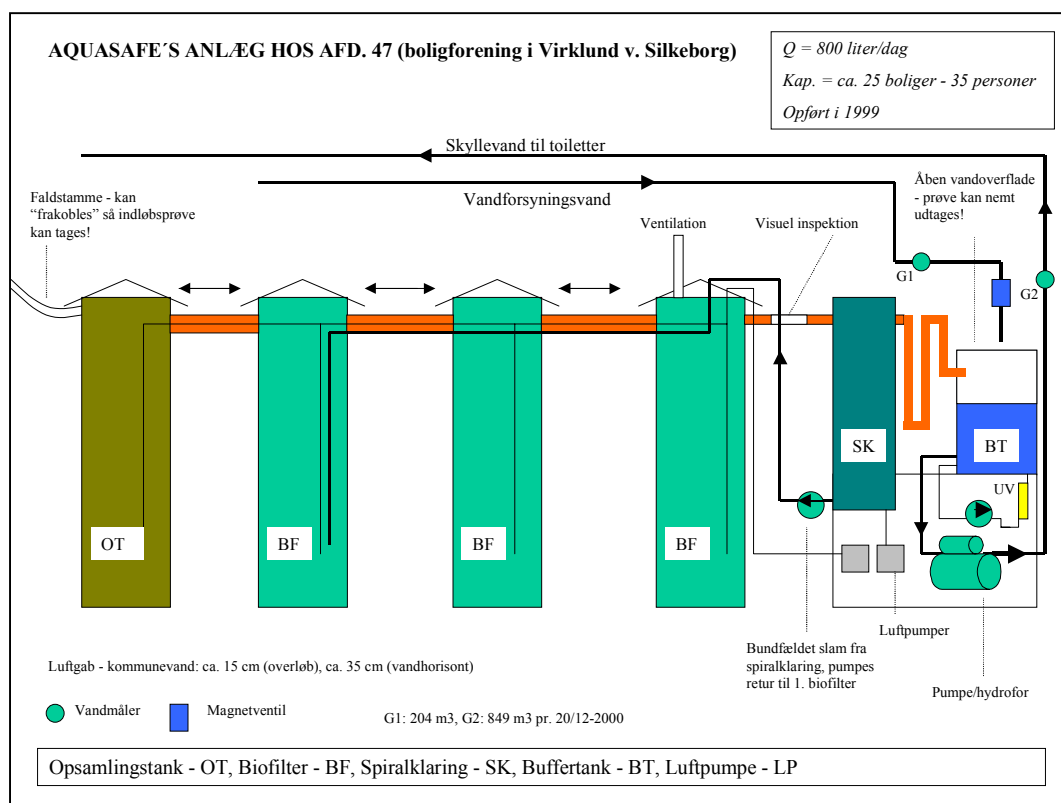
Det er firmaet Aquasafe der har leveret anlægget, så der henvises til følgende kontaktperson: Birger Gorritzen, Aquasafe, Skt. Pauls Kirkeplads 9b, 8000 Århus C), 86121666.

Anlægget blev opstartet i 1999 og har en kapacitet på ca. 800 liter/dag. Denne mængde gråvand (kun fra håndvask og bad) produceres af ca. 35 personer.

Anlægsdesign og beskrivelse:

Anlægget er opbygget som illustreret på flowdiagrammet, figur 4. Det urensede gråvand tilledes en buffertank ved pumpning fra pumpebrønd udenfor. Vandet bliver biologisk rensat i 4 serieforbundne tanke (incl. opsamlingstank). Hver tank har et volumen på ca. 1 m³. Vandet har en gennemsnitlig opholdstid på ca. 2 dage. Samtlige tanke bliver beluftet diskontinuert vha. 2 luftpumper (YASUNAGA, 39W, 43 l/min).

Det biologisk rensede gråvand bliver finfiltreret gennem en klaringsspiral (m. korrugerede plastrør), hvorefter vandet, via overløbsanordning ledes til en buffertank. Bundfældet slam fra spiralklaringen ledes via pumpe tilbage til 1. biofiltertank.



Figur 4: Flowdiagram for Virklund, Afd. 47.

I buffertanken er der etableret en UV-sløjfe, således at det færdigbehandlede vand hygiejniseres kontinuerligt. Fra buffertanken pumpes vandet via pumpe/hydrofor til forbrug. Via niveauregulering i buffertanken er det muligt at spæde med vandforsyningsvand. Denne spædning er etableret forsvarligt med et luftgab på ca. 15 cm (til tankens overløbsniveau) (se fotobilag B.2). Der er etableret et overløb fra spiralklaringen til opsamlingstanken (for returskylning af klaringsspiralen, hvor luft pumpes fra

Anlægstype og beskrivelse

Anlægget i Taastrup er opbygget som illustreret på flowdiagrammet, figur 5. Se endvidere Bilag C.3. Det grå spildevand fra boligens bad, håndvask og tøjvask ledes til en udendørs brønd (ca. 1 m³), hvori der er neddykket et biofilter. Brønden (filtret) er kontinuerligt beluftet med atmosfærisk luft vha. en luftpumpe installeret indendørs. Der er sat en skillevæg ned, således at det urensede gråvand kan bundfældes, inden det ved overløb ledes til selve biofiltret.

Fra denne brønd, pumpes direkte til boligens 7 toiletcisterner vha. pumpe/hydrofor. Ved pumpning passerer vandet et filter for at fjerne de sidste partikler, samt et UV-filter for at sikre et højt hygiejnisk niveau af vandkvaliteten.

I 1996 genbrugte man 70 m³ gråt spildevand til toiletskyl. Hertil kom 77 m³ regnvand til opvask, tøjvask og vanding. Dette gav en total vandbesparelse på ca. 50%, hvilket kan mærkes på økonomien (ca. 3700 kr), jfr. (Holm, 1997). De ekstra investeringer skulle kunne tjenes ind på under 10 år. Over hele perioden, siden opstarten i 1994, kan det konkluderes at der samlet er blevet genanvendt 516 m³ vand (totale mængder af regnvand og gråt spildevand). Det er ikke muligt at opgøre mængderne, fordelt på henholdsvis regnvand og gråt spildevand. Sammenlignes dette med opgørelsen fra 1996 (ialt 147 m³), ses det at der forekommer et større spild i systemet. Dette blev også konstateret ved besøget, hvor det blev opdaget at cisternerne tilsyneladende blev direkte forsynet med vandforsyningsvand.

Ifølge en af de ansatte er man ikke ovenud tilfreds med installationen. Der er et stort behov for service på anlægget samt anden vedligeholdelse (udslamning af filtre mv.). Men der bliver pt. rensset gråvand som tilledes toiletterne.

Prøvetagningsmuligheder:

Trin I: Det er muligt at tage en prøve fra tilløbet til filterbrønden hvis tilløbet ligger over den generelle vandstand i brønden. Hvis dette ikke er tilfældet kan der etableres en midlertidig pumpning til kloakken, således at vandstanden i tanken, falder til under tilløbsniveauet forud for prøvetagningen. Alternativt skal der udtages en prøve direkte i brønden. Dette er dog ikke hensigtsmæssigt eftersom biologisk aktivitet allerede har indvirket.

Trin II: Udløbsprøven kan udtages ved at montere en aftapningsventil på forsyningsstrengen til toiletterne.

3.2.4 Hedehusene

Hedehusene

Der er tale om et gråvandsanlæg for rensning og genbrug af gråt spildevand til toiletskyl. Anlægget er installeret hos en boligforening ved adressen: Stationsvej 30, Hedehusene (se fotobilag B.4).

Det var i sin tid firmaet Danti (eksisterer ikke mere) som leverede anlægget, men der henvises til Kim Skaarup, Driftsleder, Teknisk forvaltning, Høje-Taastrup kommune, 43591143.

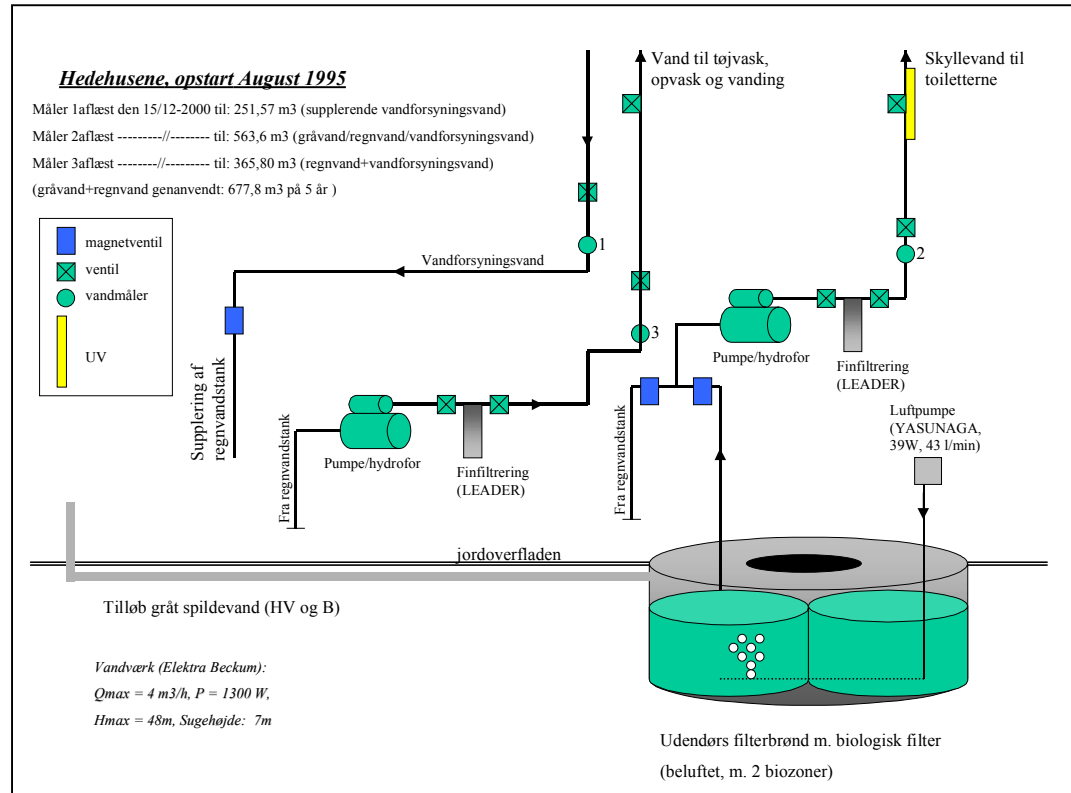
Anlægget blev opstartet i august 1995 og har en kapacitet på ca. 1000 liter/dag. Der tilledes en gråvandsmængde (fra håndvask og bad) svarende til ca. 5-10 personer.

Anlægstype og beskrivelse:

Anlægsoptionen minder meget om installationen i LEV-huset i Taastrup, og stammer oprindeligt fra den samme leverandør (Danti)

Anlægget i Hedehusene (Albrechtsen et al., 1998) er opbygget som illustreret på flowdiagrammet, figur 6. Se endvidere Bilag C.2. Det grå spildevand fra boligens bad og håndvask ledes til en udendørs brønd (ca. 1000 liter). Der sidder to bio-blokke neddykket i brønden, hver på 55x55x55 cm. Brønden (filtret) er kontinuerligt beluftet med atmosfærisk luft vha. en luftpumpe installeret indendørs. Der er sat en skillevæg ned, således at det urensede gråvand kan bundfældes, inden det ved overløb ledes til selve biofiltret.

Fra denne brønd, pumpes direkte til boligens toiletcesterner vha. pumpe/hydrofor. Ved pumpning passerer vandet et filter for at fjerne de sidste partikler, samt et UV-filter for at sikre et højt hygiejnisk niveau af vandkvaliteten.



Figur 6: Flowdiagram for Hedehusene.

Ifølge personalet på institutionen, fungerer det installerede gråvandsanlæg tilfredsstillende og man har vænnet sig til tanken om en sådan fremtidig vandforsyning. Under sommeren 2000 blev man nødt til at rense filtertankene totalt, men det var heller ikke blevet gjort siden opstarten 5 år forinden. Der bliver pt. ledt rensed gråvand til toiletterne. De biologiske filtre er følsomme overfor ydre påvirkninger. Sådanne anlæg kræver således stor bevidsthed hos brugerne, fx. omkring hvad man kan/må hælde i vasken. I slutningen af februar måned 2001, vil firmaet *HOH Vand og Miljø A/S* gennemføre en optimering på anlægget. Bl.a. er det tanken at der skal påmonteres en kraftigere UV samt etableres recirkulering således at man undgår stillestående vand.

Prøvetagningsmuligheder:

Trin I: Det er muligt at tage en prøve fra tilløbet til filterbrønden hvis tilløbet ligger over den generelle vandstand i brønden. Hvis dette ikke er tilfældet kan der etableres en midlertidig pumpning til kloakken, således at vandstanden i tanken, falder til under tilløbsniveauet forud for prøvetagningen. Alternativt skal der udtages en prøve direkte i brønden. Dette er dog ikke hensigtsmæssigt eftersom biologisk aktivitet allerede har indvirket.

Trin II: Udløbsprøven kan udtages ved at montere en aftapningsventil direkte på forsyningsstrengen til toiletterne. Det anbefales at måleprogrammet først igangsættes, når HOH har gennemført en optimering på anlægget.

3.2.5 Fællesvaskeriet i Folehaven/Det afløbsfrie køkken

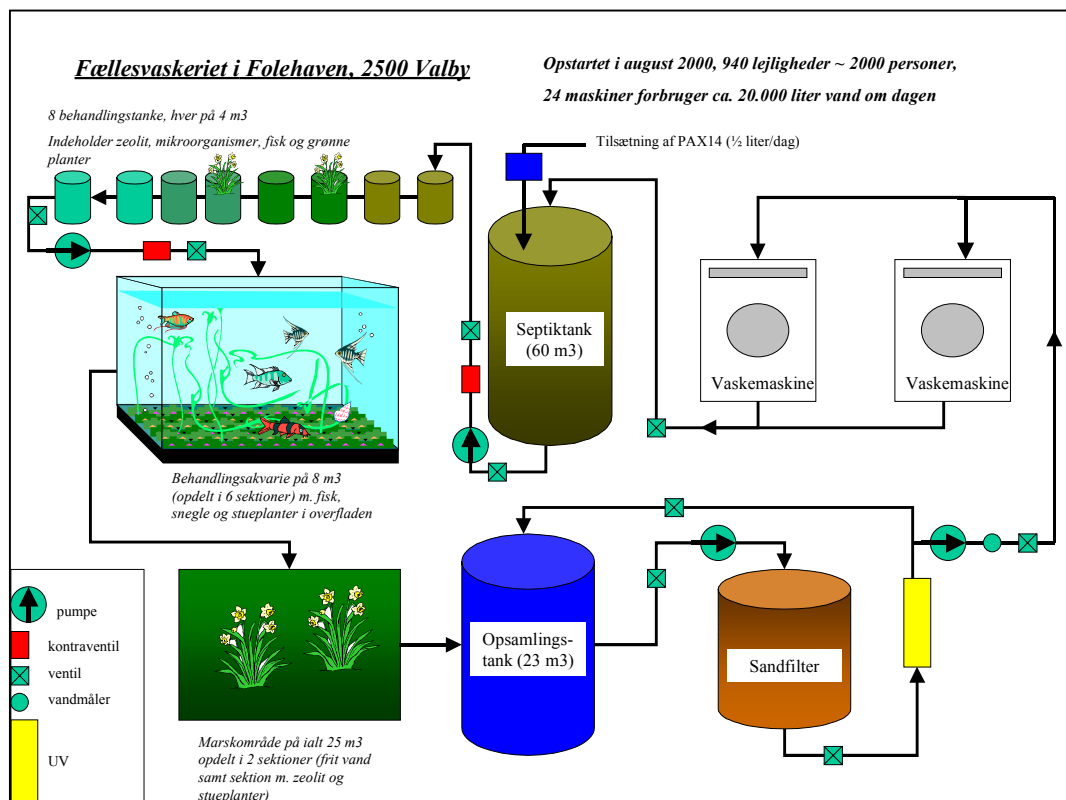
Folehaven, Valby

Der er tale om et gråvandsanlæg for rensning og genbrug af gråt spildevand fra et fællesvaskeri i vaskeprocessen. Herved spares såvel vand som vaskemiddel. Anlægget er installeret hos en boligforening i Valby (se fotobilag B.5).

Anlægget blev opstartet i august 2000 og har en kapacitet på ca. 20000 liter/dag. 24 vaskemaskiner betjener 940 lejermål (2000 personer).

(Sydsvenskan, 2000). For kontakt henvises der til: Ove Loland, EBO-consult, Kompagnistræde 22, 1208 København K, 33912725.

Vandet renses i store akvarier, hvori der findes fisk, snegle o.lign. Herefter ledes vandet gennem et filter og UV-bestråles inden det genanvendes i vaskeprocessen.



Figur 7: Flowdiagram for Folehaven

Anlægstype og beskrivelse:

Anlægget i Folehaven er opbygget som illustreret på flowdiagrammet, figur 7. Spildevandet fra vaskemaskinerne ledes til en 60 m³ septiktank i kælderniveau. Herfra pumpes vandet til 8 beluftede behandlingstanke (ialt 32 m³ m. zeolit, mikroorganismer og grønne planter). Fra behandlingstankene i kælderen pumpes vandet til et 8 m³ stort beluftet akvarie (m. fisk og grønne planter), placeret i selve vaskeriet. Herfra ledes det, via overløb, til et beluftet marskområde (zeolit og grønne planter) på 25 m³. Det færdig behandlede vand ledes nu, via overløb/gravitation, til en 23 m³ opsamlingstank placeret i kælderen. Der sker en kontinuerlig recirkulering af det rensede vand, gennem et sandfilter og UV. Endeligt pumpes der til vaskeriet (samt 2 toiletter), ligeledes gennem sandfilter og UV. Det er nemt at koble om til vandforsyningsvand og offentlig kloak i tilfælde af driftsproblemer. Fællesvaskeriet har kostet ca. 8 millioner kr at bygge, men vil resultere i en årlig driftsbesparelse på 480.000 kr, hvilket gør det økonomisk rentabelt foruden den direkte drikkevandsbesparelse (miljøgevinst). Fællesvaskeriprojektet, har fået 100.000 kr i støtte fra Københavns Kommunes Byøkologiske Fond (**Lumby, 1999**).

Baggrunden for fællesvaskeriprojektet i Folehaven er det afløbsfrie køkken på Frederiksberg Økologiske Xperimentarium (FRØX), hvor det er lykkedes at rense og genbruge gråvand fra tøjvask og opvaskemaskine ved biologisk rensning i et større akvarium (**Lumby, 1999**). Den biologiske rensning udføres af guldfisk og andre fisk, vandplanter, snegle og encellede dyr og bakterier. Hertil kommer et bundlag af forskellige mineraler. Akvariet blev installeret den 29. marts 1999 og præsterede efter 5 måneders drift at rense gråvandet nedtil myndighedskravene for drikkevand. Forsøgsanlægget har kapacitet til at rense to vaske med både tøjvask og opvask i døgnet.

Gråvandet fra tøjvasken og opvaskemaskinen ledes til akvariet for biologisk/fysisk rensning for derefter at blive belyst med UV, forud for genanvendelsen til tøjvask og opvask. De seneste analyser har vist at det rensede vand opfylder samtlige krav til drikkevand på nær ét, aerobt kimtal på 37 °C, hvor indholdet efter 2 døgn lå over grænseværdien. Det rensede vand er klart og lugtfrit og niveauet af både kolibakterier og det aerobe kimtal ved 21°C ligger under grænseværdierne for drikkevand. Det foreslås at et vandtab som følge af fordampning dækkes af regnvand (**Lumby, 1999**).

Afløbsfrit køkken, patenteret system

Lignende systemer er i drift som demonstrationsprojekter hos EBO-consult på Kompagnistræde i København (pers. komm., Ove Loland, 2001). Ligeledes forsøger man pt. at tage patent på et kompakt anlæg (afløbsfrit køkken) der kan indbygges i et almindeligt køkken (**EBO-consult, 2001**). Anlægget er pt. i drift på forsøgsbasis ved en beboerforening i hovedstadsområdet. *Det har ikke været muligt at indhente yderligere detaljer omkring systemet, eftersom man er midt i patenteringsfasen. Der er tale om en mere kompakt udgave af det afløbsfrie køkken, beskrevet ovenfor. Systemet kan indbygges under bordpladen i et almindeligt køkken og består af en septiktank, efterfulgt af synligt akvarie og H₂O₂ / citronsyre.*

Prøvetagningsmuligheder (Folehaven):

Trin I: Det er muligt at udtage en prøve ved indløbet til septiktanken. Der bør således udtages en blandingsprøve af vaskevandet i forhold til de vandmængder der anvendes til henholdsvis vask og skylning. Blandingsprøven skal således repræsentere de gennemsnitlige stoffkoncentrationer i vaskevandet.

Trin II: Det er muligt at udtage en prøve direkte fra opsamlingstanken. Der er monteret en aftappingsventil på forsyningsstrengen til vaskemaskinerne efter sandfiltret og UV. Ligeledes er der monteret en aftappingsventil på recirkuleringen i opsamlingstanken.

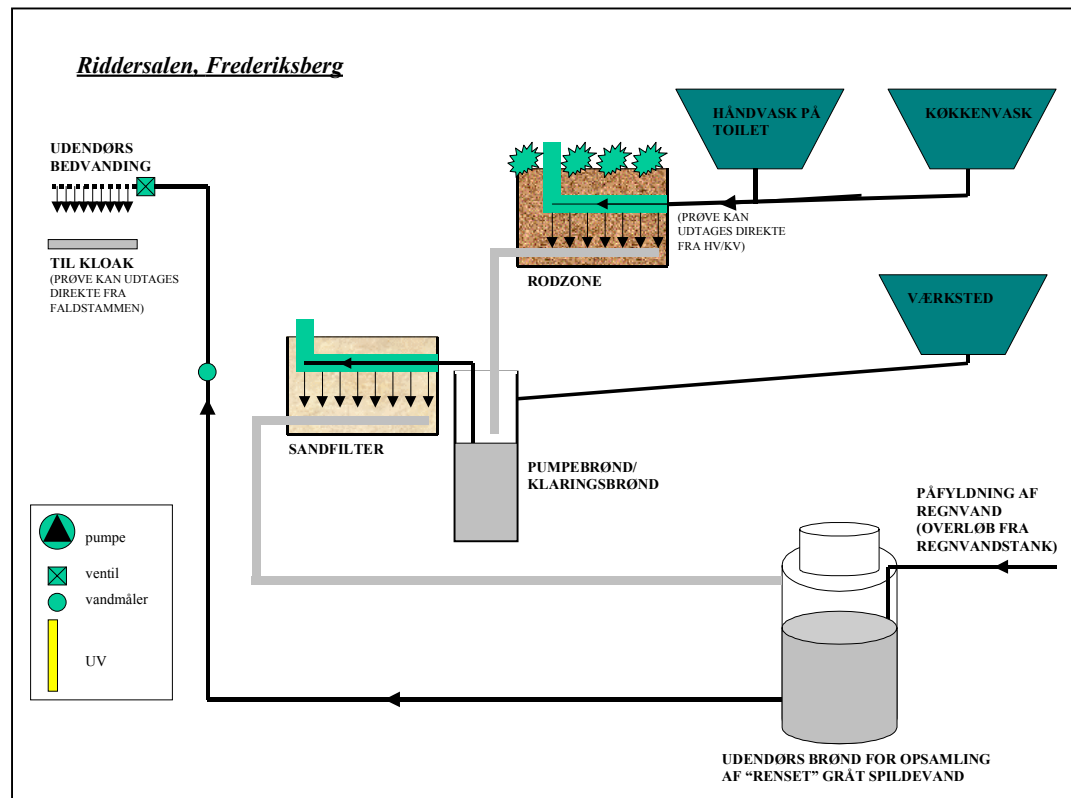
3.2.6 Riddersalen, Frederiksberg

Riddersalen, Frederiksberg

Der er tale om et gråvandsanlæg for rensning og genbrug af gråt spildevand til vanding. Anlægget er installeret ved det økologiske teaterværksted Riddersalen, Allégade 7-9 på Frederiksberg (**Velkommen til fremtiden, 1998**) (se fotobilag B.6). Det er bl.a. firmaet Transform Aps. som har forestået projekteringen af anlægget. For kontakt henvises der til: Den grønne guide Niels Ørum, Riddersalen, 38870501. Der tilledes ca. 200 liter/dag fra håndvask, køkkenvask og værkstedet, men mængderne er meget varierende.

Anlægstype og beskrivelse:

Anlægget ved Riddersalen, er opbygget som illustreret på flowdiagrammet, figur 8. Det grå spildevand fra én håndvask og én køkkenvask tilledes direkte et rodzonebed (ca. 3 m²). Efterfølgende ledes gråvandet til en klaringsbrønd, hvorfra det pumpes til et biologisk sandfilter (ca. 3 m²). Der sker en sekundær tilledning af vand fra værkstedet til klaringsbrønden. Der er etableret udluftning (via rørføring til overfladen) fra rodzonebedet. Fra sandfilteret ledes det "rensede" vand til en udendørs brønd hvor der sker en supplerig med regnvand (overløb fra regnvandstankene). Fra den udendørs brønd pumpes vandet til nogle udendørs bede, beliggende på bygningens første sal. Afløbsrenden fra disse udendørs bede ender i det offentlige kloaksystem.



Figur 8: Flowdiagram for Riddersalen.

Prøvetagningsmuligheder:

Trin I: Der er etableret en by-pass ordning forbi rodzonebedet, således at det er muligt at tage en réel indløbsprøve til systemet. Der kan hermed udtages en samleprøve på gråvandet fra køkken- og håndvask. Det bemærkes at gråvand fra værkstedet tilledes sekundært efter rodzonen. Der bør tages hensyn til denne tilledning ved at udtage en blandingsprøve (sammenblanding af vand fra såvel håndvask/køkkenvask som værkstedsvand). Denne blandingsprøve skal udtages således at prøven bliver repræsentativ for den gråvandsmængde der kommer fra de enkelte kilder (køkken, håndvask og værksted).

Trin II: En udløbsprøve kan tages direkte i den udendørs brønd, dog skal man være opmærksom på at der her er sket en fortynding med regnvand. Det er dog muligt at tage prøven fra selve indløbet til brønden. Hvis tilløbet til brønden ligger under den generelle vandstand, må der etableres pumpning til kloakken forud for prøvetagningen. Hvis det er ønskeligt at vurdere det samlede systems "effektivitet" kan der forholdsvist nemt etableres et prøvetagningssted på det endelige afløb til kloakken (efter rodzonebed, sandfilter og udendørs bed).

3.2.7 Økologisk campingplads

Økologisk campingplads

Der er tale om et gråvandsanlæg for rensning og genbrug af gråt spildevand til toiletskyl på en økologisk campingplads, Lyngtoften 12, Nymindesvej. Der henvises til Niels Friss, Frigaard Camping og Hytteudlejning, Kruså, 74678830.

Det er ikke lykkedes at indhente tilstrækkelig information omkring denne lokalitet til at kunne give en generel beskrivelse af installationens udformning. Der er afsendt et brev til indehaveren af campingpladsen - svaret er endnu udeblevet.

Campingpladsen har minimeret sit vandforbrug vha. vandsparende på toiletter, håndvaske og brusere samt eget renseanlæg til gråt spildevand som forsyner toiletterne med skyllevand (**Agenda 21**).

3.2.8 Andelssamfundet i Hjortshøj

Hjortshøj

Vandforbruget i andelssamfundet ligger på ca. 90 liter/person/dag, hvilket er ca. 50% af landsgennemsnittet. Der er installeret multitoiletter eller separationstoiletter (**Andelssamfundet i Hjortshøj, 1999**) (se fotobilag B.7). Der henvises til Ulla Trædmark Jensen, 86742188 eller Anke E. Stubsgaard, DHI, Århus, 86202011, lokal 2115.

Der er anlagt 2 pileanlæg for fordampning af det grå spildevand fra boligerne. Der sker ingen genanvendelse af det grå spildevand. Eftersom pileanlæggene er afløbsfrie er det ikke muligt at evaluere effekten af behandlingstrinnet (måleprogrammets Trin II).

Anlægstype og beskrivelse:

Ved andelssamfundet i Hjortshøj har man anlagt 2 pilefordamningsanlæg for håndtering af bebyggelsens grå spildevand. Det sorte spildevand håndteres vha. separationstoiletter eller vakuumsystemer. Ved separationstoiletter opsamles urinen centralt i 2 store tanke, hvor det oplagres i 6 måneder, inden det spredes ud. Fæces ender i en 110 liters affaldsspand. Når spanden er fuld, efterkomposteres i et år for at fjerne sygdomsskim inden udspredning.

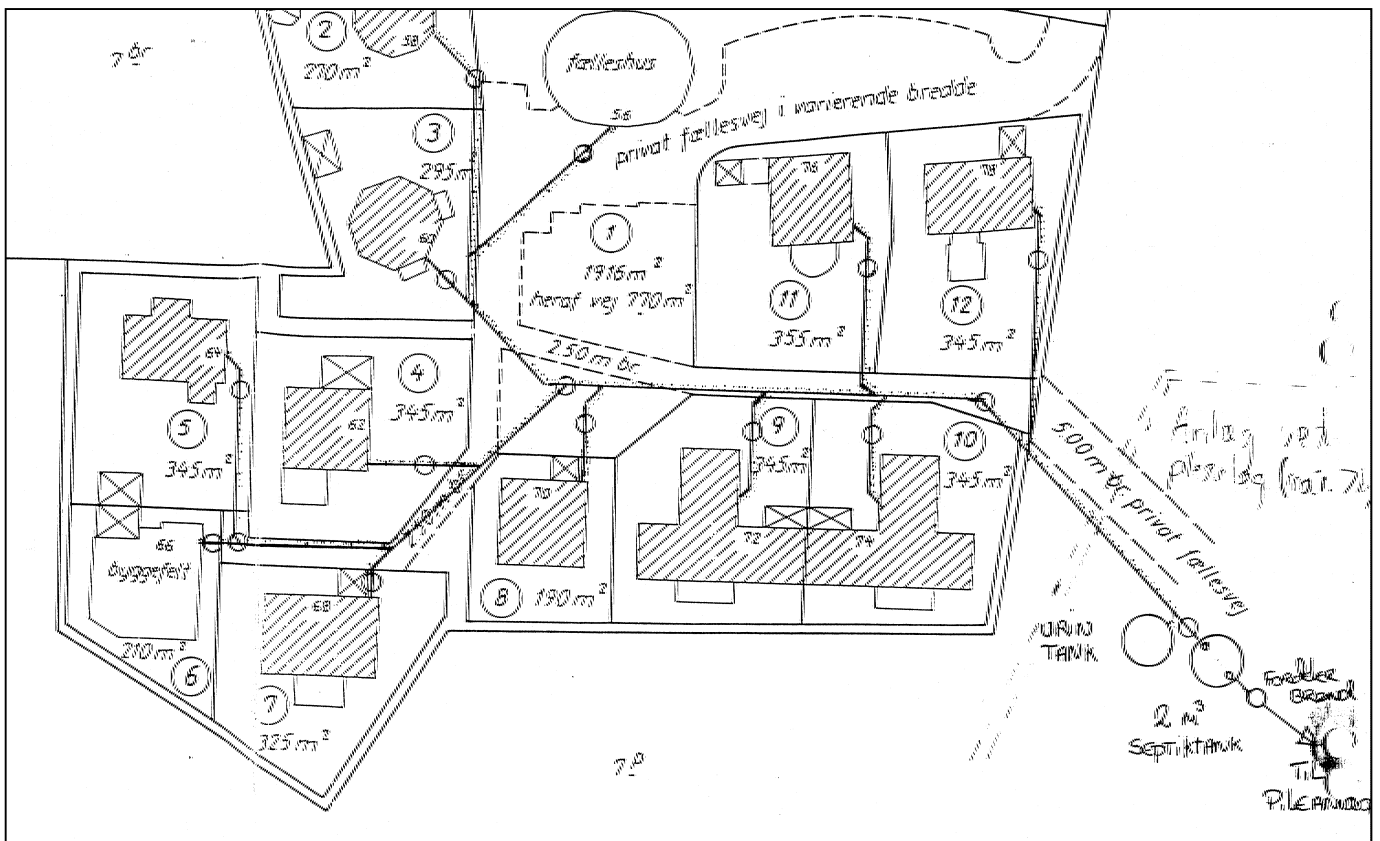
Der er anlagt to pileanlæg ved andelssamfundet, begge med et overfladeareal på omkring 1000 m². Anlæggene skal modtage gråt spildevand fra 11

husstande (ca. 29 personer). Hver person forventes at bruge omkring 90 liter vand pr. døgn.

Anlæggene er dimensioneret under hensynstagen til mængden af nedbør i området, den tilladte spildevandsmængde samt mængden og størrelsen af hulrum i jorden i anlægget (udtrykt ved porøsitet), hvilket bl.a. afhænger af om det er sand eller lerjord. Det grå spildevand tilledes en samlebrønd/septiktank (jfr. figur 9) umiddelbart før anlægget. Jfr. endvidere Bilag C.4. Herfra pumpes det grå spildevand ind i anlægget gennem et fordelsystem. Undertiden tilledes gråvandet blot ved gravitation.

Pilens evne til at vokse hurtigt når den får rigeligt med vand og næringsstoffer, er hemmeligheden bag disse anlæg. Om sommeren opnår man således mere end 100 % fordampning af den tilførte vandmængde pr. dag. Om vinteren er fordampningen knap så effektiv, hvorfor spildevand i denne periode, ophobes i anlægget. Denne omstændighed tages med i overvejelserne når sådanne anlæg dimensioneres.

Der er installeret 2 pejlebrønde i anlægget, hvorfra prøver kan udtages og vandspejlet kan monitoreres.



Figur 9: Tegning af afløbssystemet i Hjortshøj.

Prøvetagningsmuligheder:

Trin I: Der findes en samlebrønd/septiktank ved indløbet til anlægget. Der kan nemt udtages prøve fra denne. Man skal dog generelt forholde sig kritisk til repræsentativiteten (specielt pga. ændringer i de mikrobiologiske parametre, samt risikoen for indsivning af overfladevand) af en sådan prøve. Det er imidlertid muligt at tømme denne samlebrønd (ved pumpning), hvorefter man kan tilføre gråvand i eks. et døgn, udfra hvilket volumen prøven udtages, eller blot udtage stikprøver fra tilløbet.

Der findes ialt 6 spulebrønde, placeret for hver 50 meter ned imod samlebrønden ved anlægget. Det er ikke muligt at udtage en prøve fra disse brønde, eftersom gråvandet blot løber i en rende ned mod samlebrønden, jfr. figur 9. Men ved at opdæmme midlertidigt i afløbsstrengen (med ballon) er en prøvetagning fra spulebrøndene muliggjort.

Trin II: Dette trin kan ikke gennemføres på dette anlæg, eftersom det er et afløbsfrit system.

4 Sammenfatning

Som det fremgår at den gennemførte identifikation af gråvandsinstallationer i Danmark, har der i løbet af 90'erne været mange initiativer og tiltag i denne retning.

Desværre har man mange steder været nødsaget til at lukke mange af disse anlæg, som oftest pga. nedslidte komponenter og manglende tilsyn/eftersyn. Af andre komplikationer i forbindelse med sådanne installationer kan nævnes risikoen for lugtgener og funktionsfejl i toilet-cisternerne.

I nærværende identifikationsopgave er det forsøgt at udvælge og beskrive et antal lokaliteter, hvor der til stadighed foregår en lokal håndtering af gråt spildevand gennem rensning og genanvendelse.

Der er foretaget en klar prioritering ved denne udvælgelse, således at fokus er blevet lagt på lokaliteter hvor der aktuelt sker en opsamling og rensning af gråt spildevand.

Der er i rapporten beskrevet 8 lokaliteter, hvor måleprogrammet kunne gennemføres. På 7 ud af 8 udvalgte lokaliteter sker der en direkte genanvendelse af det rensede gråvand, til toiletskyl eller vanding.

Andelsamfundet i Hjortshøj er medtaget pga. muligheden for at udtage en repræsentativ prøve for en karakteristik af det grå spildevand, dels fra enkelte husstande og dels som en samleprøve fra flere.

Følgende rangering er endeligt blevet foretaget for en videre implementering af måleprogrammet:

1. *Virklund Afd. 47 (genanvendelsesanlæg)*
2. *LEV-huset (genanvendelsesanlæg)*
3. *Hedehusene (genanvendelsesanlæg)*
4. *Riddersalen ("Grønt anlæg" for genanvendelse til udendørs bedvanding)*
5. *Fællesvaskeriet i Folehaven, Valby (genanvendelsesanlæg) samt EBO-consult's nye patentsystem på afløbsfrit køkken (omtalt i afsnit 3.2.5)*
6. *Virklund Afd. 42 (genanvendelseanlæg)*
7. *Økologisk Campingplads i Nr. Nebel (genanvendelsesanlæg)*
8. *Andelsamfundet i Hjortshøj (Pilefordampningsanlæg)*

Mulighederne for at udtage vandprøver fra de forskellige lokaliteter er blevet undersøgt. Det er vigtigt at man i implementeringen af måleprogrammet tilstræber at udføre denne prøvetagning på overensstemmende vis fra de forskellige lokaliteter.

Således bør det så vidt muligt undgås at udtage prøver direkte i brønde, tanke etc., eftersom der her vil være tale om blandingsvand (vand med kort og lang opholdstid). Ligeledes er der risiko for, at en biologisk aktivitet allerede har indvirket. Dette problem er mest udtalt ved indløbet til de forskellige anlæg.

Det anbefales derfor at samtlige indløbsprøver (gråvandskarakteristikker) udtages direkte fra afløbsstrengen (faldstammen) eller alternativt direkte ved kilden (som en blandingsprøve).
Ved 5 af de 8 beskrevne lokaliteter vil denne fremgangsmåde ikke volde betydelige problemer.

*Udover de i rapporten beskrevne lokaliteter, indgår Tema 4 - projekterne "Demonstrationsprojekt i fuldskala for rensning af gråt spildevand" (BO-90) og "Gråtvands Seperations Toilet" (Transform Aps), allerede i gennemførelsen af måleprogrammet.
Gråtvandseparationstoiletet skulle ifølge Transform Aps. (Januar 2001), være opstillet hos AKB med udgangen af februar måned 2001.*

5 Referencer

Agenda 21: www.mem.dk/lpa/landsplan/agenda21

Albrechtsen et al., 1998: Boligernes vandforbrug - mikrobiologiske undersøgelser af regn- og gråvandsanlæg, Miljøstyrelsen og Bolig- og Energiministeriet.

Andelssamfundet i Hjortshøj, 1999: Fra spildevand til piletræer, Folder udgivet af bl.a. Den Grønne Fond.

Boisen, 1995: Boisen, Thorkil: Alternativ håndtering af spildevand og humant affald, Ph.D, Danmarks Teknisk Universitet.

Byøkologiprojekt, 1998: SBS-byfornyelse: Byøkologiprojekter i Aalborg.

Carl Bro, 1998: Carl Bro A/S: Rapport for forsøg med gråvandsanlæg.

Det økologiske hus, 2000: Det økologiske hus - byøkologi, Pjece omkring byøkologiske projekter i Esbjerg kommune. By- og boligministeriet og Byfornyelse Danmark.

EBO-consult, 2001: Ove Loland m.fl.: Udvikling hen imod, Fagrapport om det recirkulerende vaskeri i Folehaven, Udarbejdet af EBO-consult v. økologisk designer Ove Loland.

Energi og Miljøkontoret, Århus: Samtale m. personale på Energi og Miljøkontoret i Århus, d. 8 november 2000.

Frøx-nyt nr 3., 1999: FRØX: *Det store vaskeri i folehaven*, Frederiksberg Økologiske Xperimentarium, ISSN Nr. 1398, 8107, Nr. 3, September.

Holm, 1997: Holm, Jesper: Gråt vand - det er klart!, Vedvarende Energi og Miljø.

Lumby, 1999: Elisabeth Lumby: *Guldfisk gør vand drikkeligt*, Berlingske Tidende, indland, s.6, 9 september

Smith, 2000: Smith, Morten: Rensningsmetoder for gråt spildevand - en karakteristik og analyse af to eksisterende gråvandsanlæg, Institut for Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

Sydsvenskan, 2000: Rune, Gunilla: Fiskar renar diskvattnet, Sydsvenskan, Malmö, Torsdag den 24 august.

Transform Aps., 2000: Løgstrup, Jørgen: Fagrapport, Det blå hus i Aalborg, Transform Aps., Dansk Rodzone.

Velkommen til fremtiden, 1998: Velkommen til fremtiden - bæredygtige bosætninger i Danmark, Landsforeningen for Økosamfund.

Økosamfund i Danmark, 1997: Økosamfund i Danmark 1997, Landsforeningen for Økosamfund.

Bilag A: Fortegnelse over identificerede lokaliteter i Danmark

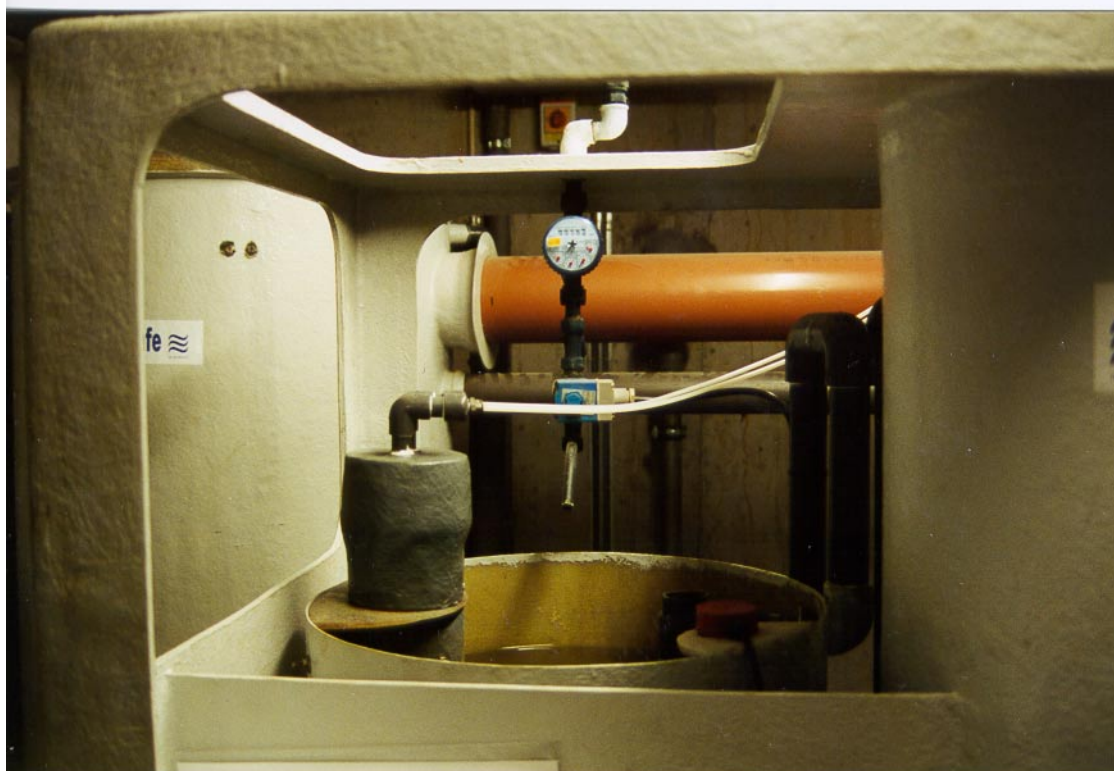
Installationstype	Prioritet	Lokalitet	Genbrugsformål	Opstartsår	By	Reference
gråvandsanlæg						
	2	Det Grønne kontorhus	intet	1995	Århus C	Energi- og Miljøkontoret, Århus
	2	Andelssamfundet i Hjortshøj	intet	1991	Hjortshøj	Økosamfund i Danmark, 1997
	2	Økologisk hus i Vrads	intet	1992	Bryrup	Agenda 21
	2	Økologisk Villa ved Ry	intet	1998	Ry	Agenda 21
	3	ROBI	Vaskeformål (måtter)	1999	Køge	Smith, 2000
	3	Riddersalen	Vanding	2000	Frederiksberg	Transform Aps.
	4	Økologisk Campingplads	toiletskyl	1998	Nr. Nebel	Agenda 21
	4	Hedehusene	Toiletskyl	1995	Hedehusene	Albrechtsen et al., 1998
	4	Transform	Toiletskyl	2000	København K	Transform Aps.
	4	Folehaven	tøjvask/toiletskyl	2000	Valby	Frøx-nyt nr. 3, 1999
	4	Afd. 42 Virklund	Toiletskyl	1997	Silkeborg	Aquasafe, Århus
	4	LEV-huset i Taastrup	Toiletskyl	1994	Taastrup	Holm, 1997
	4	Villa	Toiletskyl		Bjæverskov	Unicon Aqua
	4	Afd. 47, Virklund	Toiletskyl	1999	Silkeborg	Aquasafe, Århus
	4	BO-90	Toiletskyl	1999	København N	Transform Aps. / BO-90
gråvandsinstallation						
	0	Baldersgade	Nedlagt	1994	København N	Albrechtsen et al., 1998
	0	Overgaden	Nedlagt	1996	København K	Albrechtsen et al., 1998
	0	FLORA	intet		København	SBS byfornyelse
	0	Gadelandet	kun forberedt	1995	København Ø	Agenda 21
	0	Ryesgade	Nedlagt	1996	København N	Carl Bro, 1998

	0	Hedebygade	Nedlagt	1995	København V	Transform Aps.
	0	Dagshøjskolen i Silkeborg	kun forberedt	1990	Silkeborg	Agenda 21
	0	Bofællesskabet i Ottrupgård	kun forberedt	1991	Skørping	Agenda 21
	0	Det økologiske hus	Nedlagt	1994	Esbjerg	Det økologiske hus, 2000
	0	Ole Rømers Gade	Nedlagt	1991	Århus C	Agenda 21
	1	Hertha Levefællesskab	kun forberedt	1981	Galten	Økosamfund i Danmark, 1997
	1	NVJ Folkecenter	intet	1997	Hurup, Thy	Transform Aps.
	1	Vaarst Vestervang	intet / nedlagt (pt.)	1991	Gistrup	Planenergi, Aalborg
	1	Blaa Gaard på Boddum	vanding	1989	Hurup Thy	Velkommen til fremtiden, 1998
	1	Ramshusene	Nedlagt	1993	Svaneke, Bornholm	Boisen, 1995
	1	Gasværksvej	kun forberedt	1999-2000	København V	Vesterbro Byfornyelse
	1	Nordhavnsgården	intet / nedlagt (pt.)	2001	København Ø	Carl Bro, 2000
	1	Det blå hus	Nedlagt	1996	Ålborg	Byøkologiprojektet, 2000 og Transform Aps., 2000

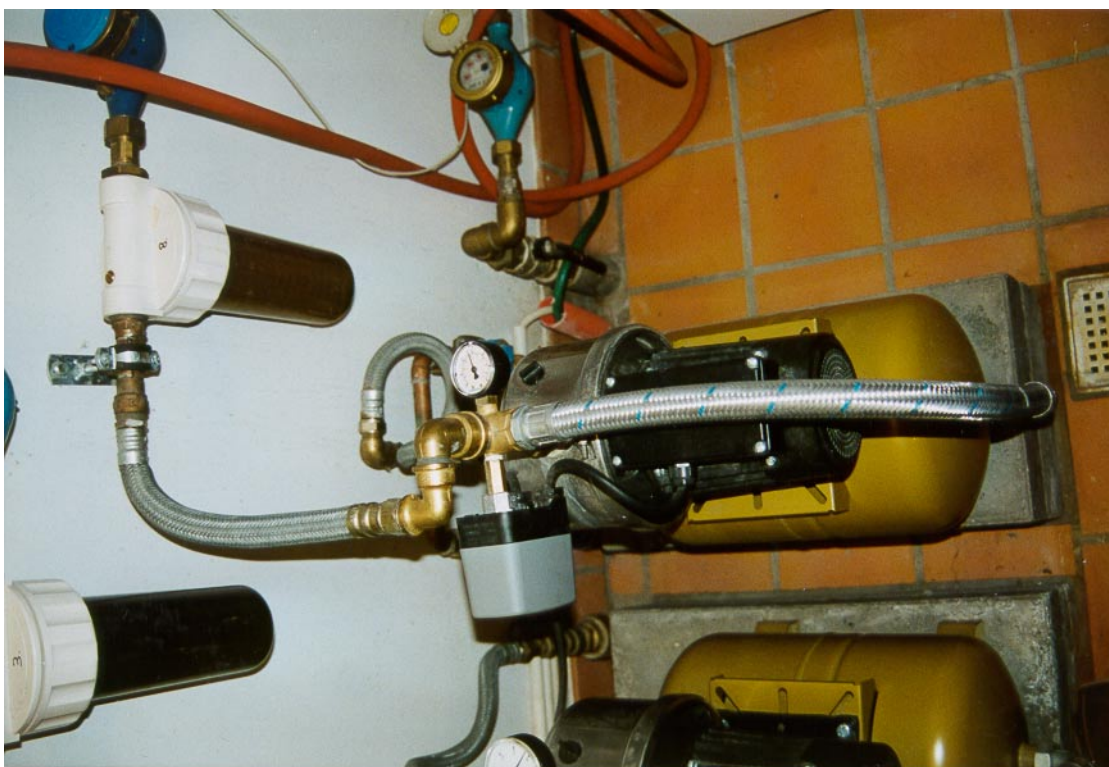
Bilag B: Fotobilag
B.1: Foto af installationerne hos Virklund Afd. 42 ved Silkeborg



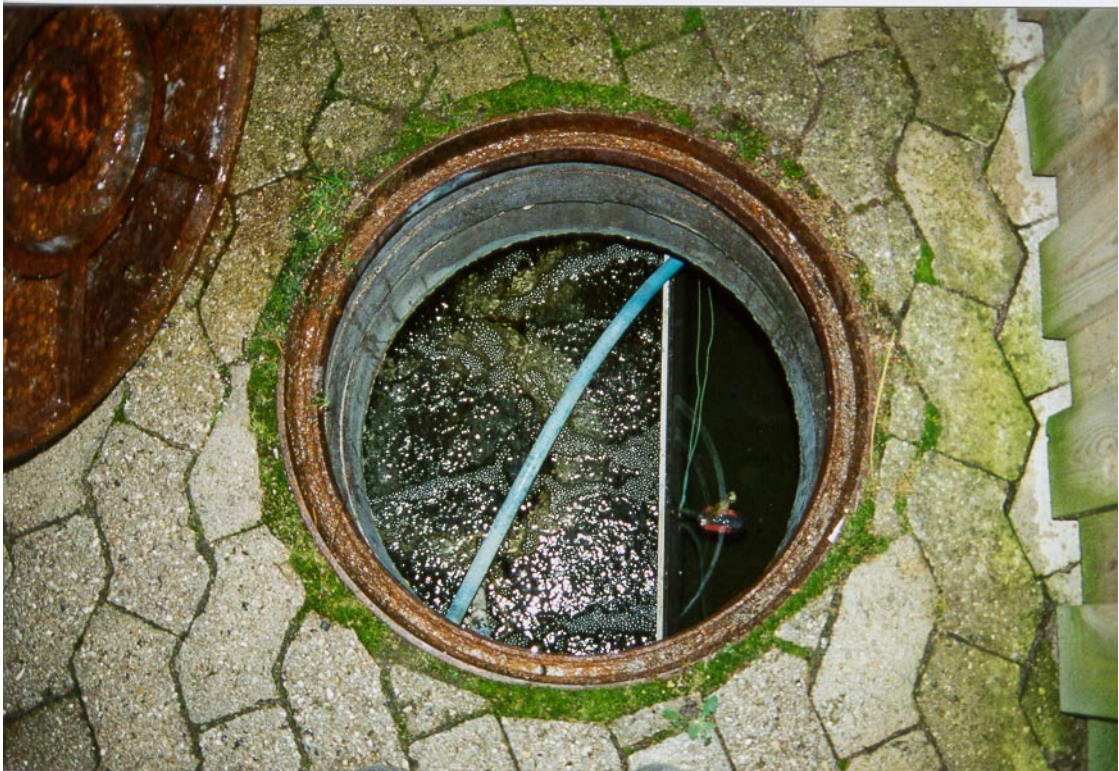
B.2: Foto af installationerne hos Virklund Afd. 47 ved Silkeborg



B.3: Foto af installationerne hos LEV-huset i Taastrup



B.4: Foto af installationerne hos Hedehusene



B.5: Foto af installationerne hos Fællesvaskeriet i Folehaven



B.6: Foto af installationerne hos Riddersalen på Frederiksberg



B.7: Foto af installationerne hos Andelssamfundet i Hjortshøj

